

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-248489

(43)公開日 平成5年(1993)9月24日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 F 15/02	A	9138-3 J		
G 0 5 D 19/02	D	8914-3 H		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 5 頁)

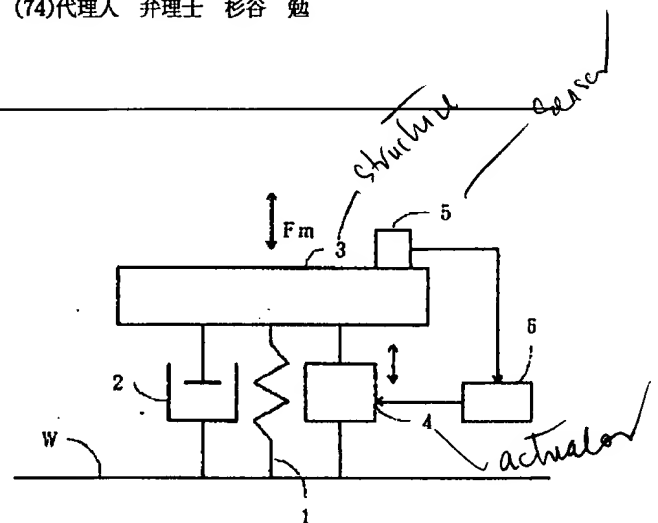
(21)出願番号	特願平4-84592	(71)出願人	000003621 株式会社竹中工務店 大阪府大阪市中央区本町4丁目1番13号
(22)出願日	平成4年(1992)3月5日	(72)発明者	高橋 良典 大阪府南河内郡美原町木材通3丁目1番8号 株式会社竹中工務店技術研究所大阪支所内
		(72)発明者	吉岡 宏和 大阪府南河内郡美原町木材通3丁目1番8号 株式会社竹中工務店技術研究所大阪支所内
		(74)代理人	弁理士 杉谷 勉

(54)【発明の名称】 制振システム

(57)【要約】

【目的】 地震などに起因する大きな震動、ならびに、歩行等に起因する微振動や、装置載置台上の機器によって加えられる振動などによって装置載置台が振動することを、装置載置台を大型化せずに良好に防止する。

【構成】 装置載置台3を空気バネ1および粘性ダンパー2を介して床Wに保持するとともに、装置載置台3と床Wとの間に、装置載置台3に制御力を付与してその振動を打ち消す制振用アクチュエータ4を設け、装置載置台3に第1の振動センサー5aを設けるとともに、第1の振動センサー5aからの情報をもとに、装置載置台3上の機器から加えられる高振動数域の振動を吸収するために付加する質量に相当する制御量を変更調整可能に加えて制振用アクチュエータ4で出力する制御力を算出する演算手段と、その演算手段で算出された制御力に対応する駆動力を制振用アクチュエータ4に出力する駆動回路とを設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 装置載置台を支持バネおよび粘性ダンパーを介して床またはそれに一体の部材に保持するとともに、前記装置載置台と前記床またはそれに一体の部材との間に、前記装置載置台に制御力を付与してその振動を打ち消す制振用アクチュエータを設け、前記装置載置台に振動センサーを設けるとともに、前記振動センサーからの情報をもとに、前記制振用アクチュエータで出力する制御力を算出する演算手段と、その演算手段で算出された制御力に対応する駆動力を前記制振用アクチュエータに出力する駆動回路とを設けた制振システムであつて、

前記演算手段において、前記装置載置台上の機器から加えられる高振動数域の振動を吸収するために付加する質量に相当する制御量を変更調整可能に加えて制御力を算出することを特徴とする制振システム。

【請求項2】 装置載置台を支持バネおよび粘性ダンパーを介して床またはそれに一体の部材に保持するとともに、前記装置載置台と前記床またはそれに一体の部材との間に、前記装置載置台に制御力を付与してその振動を打ち消す制振用アクチュエータを設け、前記装置載置台に振動センサーを設けるとともに、前記振動センサーからの情報をもとに、前記制振用アクチュエータで出力する制御力を算出する演算手段と、その演算手段で算出された制御力に対応する駆動力を前記制振用アクチュエータに出力する駆動回路とを設けた制振システムであつて、

前記演算手段において、装置載置台上の機器から加えられる高振動数域の振動を共振によって吸収するために付加する質量に相当する制御量を変更調整可能に加えて制御力を算出することを特徴とする制振システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、地震などに起因する大きな震動、ならびに、歩行等に起因する微振動などが、床に載置される、半導体製造装置などを載置した装置載置台に伝播したり、また、装置載置台上の機器によって加えられる振動で装置載置台が振動したりすることを防止するために、装置載置台を支持バネおよび粘性ダンパーを介して床またはそれに一体の部材に保持するとともに、装置載置台と床またはそれに一体の部材との間に、装置載置台に制御力を付与してその振動を打ち消す制振用アクチュエータを設け、装置載置台に振動センサーを設けるとともに、振動センサーからの情報をもとに、前記制振用アクチュエータで出力する制御力を算出する演算手段と、その演算手段で算出された制御力に対応する駆動力を制振用アクチュエータに出力する駆動回路とを設けた制振システムに関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造装置などを載置した装置載

台では、その装置載置台への振動の伝播によって不良品が発生するため、従来では、装置載置台を空気バネなどの支持バネと粘性ダンパーとを介して床またはそれに一体の部材に保持するとともに、装置載置台と床またはそれに一体の部材との間に、装置載置台に制御力を付与してその振動を打ち消す制振用アクチュエータを設け、装置載置台に振動センサーを設け、その振動センサーからの情報をもとに、制振用アクチュエータで出力する制御力を算出する演算手段と、その演算手段で算出された制御力に対応する駆動力を制振用アクチュエータに出力する駆動回路とを設けて制振システムを構成し、共振領域を中心とした低振動数域を制振用アクチュエータによる能動的な除振（アクティブ制御）により、そして、高振動数域を空気バネなどの支持バネによる受動的な除振（パッシブ制御）により制御して、外部からの振動や装置載置台上の機器によって加えられる振動を吸収するようにしている。

【0003】ところが、半導体ウエハを搬送する搬送装置を駆動する電動モータなどのような装置載置台上の機器によって加えられる振動の場合に、その振動数が高いため、機器との共振に起因する装置載置台の振動を有効に抑えることができない問題があった。

【0004】そこで、従来では、装置載置台の機器との共振を防止するために、所定の重さの質量を装置載置台に付加し、装置載置台上の機器から加えられる高振動数域の振動を吸収するとか、あるいは、装置載置台に質量を付加し、その質量を変位させて装置載置台と共振させることにより、装置載置台上の機器から加えられる高振動数域の振動を吸収するようにしていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、高振動数域の振動を吸収するために、装置載置台に質量を付加したり、また、その付加した質量を共振のために変位させるための構成を付加したりしなければならず、装置載置台が全体として大型化する欠点があった。

【0006】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、地震などに起因する大きな震動、ならびに、歩行等に起因する微振動などが、床に載置される、半導体製造装置などを載置した装置載置台に伝播したり、また、装置載置台上の機器によって加えられる振動で装置載置台が振動したりすることを、装置載置台を大型化せずに良好に防止できるようにすることを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明の制振システムは、上述のような目的を達成するために、装置載置台を支持バネおよび粘性ダンパーを介して床またはそれに一体の部材に保持するとともに、装置載置台と床またはそれに一体の部材との間に、装置載置台に制御力を付与してその振動を打ち消す制振用アクチュエータ

を設け、装置載置台上に振動センサーを設けるとともに、振動センサーからの情報をもとに、制振用アクチュエータで出力する制御力を算出する演算手段と、その演算手段で算出された制御力に対応する駆動力を制振用アクチュエータに出力する駆動回路とを設けた制振システムであって、演算手段において、装置載置台上の機器から加えられる高振動数域の振動を吸収するために付加する質量に相当する制御量を変更調整可能に加えて制御力を算出することを特徴としている。

【0008】また、請求項2に係る発明の制振システムは、上述のような目的を達成するために、装置載置台を支持バネおよび粘性ダンパーを介して床またはそれに一体の部材に保持するとともに、装置載置台と床またはそれに一体の部材との間に、装置載置台に制御力を付与してその振動を打ち消す制振用アクチュエータを設け、装置載置台上に振動センサーを設けるとともに、振動センサーからの情報をもとに、制振用アクチュエータで出力する制御力を算出する演算手段と、その演算手段で算出された制御力に対応する駆動力を制振用アクチュエータに出力する駆動回路とを設けた制振システムであって、演算手段において、装置載置台上の機器から加えられる高振動数域の振動を共振によって吸収するために付加する質量に相当する制御量を変更調整可能に加えて制御力を*

$$M_2 (d^2 x_2 / dt^2) + C_2 (dx_2 / dt - dx_0 / dt) + K_2 (x_2 - x_0) = -F_d + F_a \dots (1)$$

で表すことができる。そして、装置載置台上の機器から加えられる高振動数域の振動を吸収するために質量 M_1 ※

$$(M_1 + M_2) (d^2 x_2 / dt^2) + C_2 (dx_2 / dt - dx_0 / dt) + K_2 (x_2 - x_0) = -F_d + F_a \dots (2)$$

で表すことができる。この(2)式を整理すれば、

$$M_2 (d^2 x_2 / dt^2) + C_2 (dx_2 / dt - dx_0 / dt) + K_2 (x_2 - x_0) = -\{F_d + M_1 (d^2 x_2 / dt^2)\} + F_a \dots (3)$$

となる。このことに着目して、アクティブ制御による最適制御力として制御量 $[-M_1 (d^2 x_2 / dt^2)]$ を加えることにより、質量 M_1 を付加した場合と同等の制御効果が得られることを見出すに至り、予め設定される質量 M_1 と、振動センサーからの情報に基づく加速度量 $(d^2 x_2 / dt^2)$ とから求められる制御量 $[-M_1 (d^2 x_2 / dt^2)]$ をアクティブ制御による制御力 $-F_d$ に加えて制御を行い、機械加振力 F_a に起因する装置載置台の振動を防止することができる。

【0010】請求項2に係る発明の制振システムの構成による作用は次の通りである。すなわち、アクティブ制★

$$M_1 (d^2 x_1 / dt^2) + C_1 (dx_1 / dt - dx_2 / dt) + K_1 (x_1 - x_2) = 0 \dots (4)$$

$$M_2 (d^2 x_2 / dt^2) + C_2 (dx_2 / dt - dx_0 / dt) + K_2 (x_2 - x_0) = -\{F_d - C_1 (dx_1 / dt - dx_2 / dt) - K_1 (x_1 - x_2)\} + F_a \dots (5)$$

このことに着目して、アクティブ制御による最適制御力として制御量 $[-\{C_1 (dx_1 / dt - dx_2 / dt) + K_1 (x_1 - x_2)\}]$ を加えることにより、質量 M_1 を付加して装置載置台と共振するように変位させ

*算出することを特徴としている。

【0009】

【作用】請求項1に係る発明の制振システムの構成による作用は次の通りである。すなわち、アクティブ制御による場合の振動方程式は、

M_2 : 制御しようとする構造物の質量

C_2 : 制御しようとする構造物の粘性減衰係数

K_2 : 制御しようとする構造物のばね定数

F_d : アクティブ制御による最適制御力 $(=K_d x_2 + C_d dx_2 / dt)$

但し、 K_d 、 C_d : 制御効果は発揮させるためのフィードバック係数

F_a : 装置載置台上の機器による加振力

x_0 : 床またはそれに一体の部材の絶対座標系で表された変位量

x_2 : 装置載置台の絶対座標系で表された変位量

dx_0 / dt : 床またはそれに一体の部材の絶対座標系で表された速度量

dx_2 / dt : 装置載置台の絶対座標系で表された速度量

$d^2 x_2 / dt^2$: 装置載置台の絶対座標系で表された加速度量

とした場合に、

※を付加すると、

★御による場合の振動方程式は、前述(1)式の通りであり、そして、装置載置台に対して共振させるために質量 M_1 を変位させる場合の振動方程式は、

C_1 : 付加しようとする質量の粘性減衰係数

K_1 : 付加しようとする質量のばね定数

x_1 : 付加しようとする質量を装置載置台と共振させるときの絶対座標系で表された変位量

dx_1 / dt : 付加しようとする質量を装置載置台と共振させるときの絶対座標系で表された速度量

とした場合に、

た場合と同等の制御効果が得られることを見出すに至り、予め設定される質量 M_1 、粘性弾性係数 C_1 およびばね定数 K_1 それぞれと、振動センサーからの情報に基づく装置載置台の変位量 x_2 および速度量 (dx_2/dt) 、ならびに、(4)式から算出される質量 M_1 の変位量 x_1 および速度量 (dx_1/dt) それぞれとから求められる制御量 $[-\{C_1(dx_1/dt - dx_2/dt) - K_1(x_1 - x_2)\}]$ をアクティブ制御による制御力 F_d に加えて制御を行い、機械加振力 F_m に起因する装置載置台の振動を防止することができる。

【0011】

【実施例】次に、本発明の実施例を図面に基いて詳述する。

【0012】<第1実施例>図1は、本発明の制振システムの全体概念図であり、床W上に、支持バネとしての空気バネ1と粘性ダンパー2とを介して装置載置台3が*

$$M_2(d^2x_2/dt^2) + C_2(dx_2/dt - dx_0/dt) + K_2(x_2 - x_0) = -\{F_d + M_1(d^2x_2/dt^2)\} + F_m \dots (3)$$

が入力記憶されており、装置載置台3上の機器から加えられる高振動数域の振動を吸収するために付加する質量 M_1 がキーボード10により入力設定されている。

【0016】演算手段7では、振動センサー5で計測された振動が入力され、装置載置台3の絶対座標系で表された変位量 x_2 とその絶対座標系で表された速度量 (dx_2/dt) および絶対座標系で表された加速度量 (d^2x_2/dt^2) それぞれを記憶手段8からの制御力演算式に代入し、これによって制御力 $[M_1(d^2x_2/dt^2)]$ を演算し、これに基づく最適制御力 $[F_d + M_1(d^2x_2/dt^2)]$ に対応する電気信号を駆動回路9に出力するようになっている。

【0017】駆動回路9では、演算手段7からの電気信号に基づき、最適制御力 F_d に対応する駆動力を制振用※

$$M_2(d^2x_2/dt^2) + C_2(dx_2/dt - dx_0/dt) + K_2(x_2 - x_0) = -\{F_d - C_1(dx_1/dt - dx_2/dt) - K_1(x_1 - x_2)\} + F_m \dots (5)$$

が入力記憶されており、装置載置台3上の機器から加えられる高振動数域の振動を吸収するために付加する質量 M_1 、粘性減衰係数 C_1 とばね定数 K_1 がキーボード10により入力設定されている。

【0021】演算手段7では、振動センサー5で計測された振動が入力され、装置載置台3の絶対座標系で表された変位量 x_2 とその絶対座標系で表された速度量 (dx_2/dt) および絶対座標系で表された加速度量 (d^2x_2/dt^2) それぞれを記憶手段8からの制御力演算式(4)に代入し、これによって制御力 $[-\{C_1(dx_1/dt - dx_2/dt) + K_1(x_1 - x_2)\}]$ を演算し、これに基づく最適制御力 $[F_d - C_1(dx_1/dt - dx_2/dt) - K_1(x_1 - x_2)]$ に対応する電気信号を駆動回路9に出力するようになっている。

*保持されるとともに、装置載置台3と床Wとの間に、装置載置台3に制御力を付与してその振動を打ち消す制振用アクチュエータ4が設けられている。この装置載置台3は、例えば、床に一体の部材として、床W上に別の支持台を一体的に設け、その支持台に空気バネ1と粘性ダンパー2とを介して装置載置台3を設けるようにしても良い。

【0013】装置載置台3に、その振動を計測する振動センサー5が設けられ、振動センサー5に制御装置6が接続されるとともに、制振装置6と制振用アクチュエータ4とが接続されている。

【0014】制御装置6には、図2のブロック図に示すように、演算手段7と記憶手段8と駆動回路9とが備えられ、記憶手段8にはキーボード10が接続されている。

【0015】記憶手段8では、前述した制御力の演算式

※アクチュエータ4に出力し、制振用アクチュエータ4を動作するようになっている。

【0018】以上の構成により、装置載置台3上の機器から加えられる高振動数域の振動を吸収するために付加する質量 M_1 に相当する制御量を加えた状態で装置載置台3の振動を打ち消すように制御することができる。

【0019】この第1実施例によれば、装置載置台3の空気バネ1による固有振動数が2Hz、装置載置台3上の機器から加えられる加振振動数が30Hzとした場合に、 $M_2/(M_1 + M_2)$ の制御効果が得られる。

【0020】<第2実施例>この第2実施例において、前述第1実施例と異なるところは次の通りである。すなわち、記憶手段8において、前述した制御力の演算式

★【0022】駆動回路9では、演算手段7からの電気信号に基づき、最適制御力 $[F_d - C_1(dx_1/dt - dx_2/dt) - K_1(x_1 - x_2)]$ に対応する駆動力を制振用アクチュエータ4に出力し、制振用アクチュエータ4を動作するようになっている。

【0023】以上の構成により、装置載置台3上の機器から加えられる高振動数域の振動を共振によって吸収するために付加する質量 M_1 に相当する制御量を加えた状態で装置載置台3の振動を打ち消すように制御することができる。

【0024】この第2実施例によれば、装置載置台3の空気バネ1による固有振動数が2Hz、装置載置台3上の機器から加えられる加振振動数が30Hzとした場合に、 M_1 に対して、 $\sqrt{(K_1/M_1)} = 60\pi$ となるよう

★50 な K_1 を設定し、制御装置6および制振用アクチュエー

タ4それぞれが飽和しない程度に十分小さな C_1 を設定することにより、更に大きな制御効果が得られる。

【0025】

【発明の効果】請求項1に係る発明の制振システムによれば、装置載置台上の機器から加えられる高振動数域の振動を吸収するための質量 M_1 を実際的に付加せずに済み、装置載置台を大型化すること無く、装置載置台上の機器から加えられる機械加振力に起因する装置載置台の振動を良好に防止できるようになった。

【0026】また、制御量の変更調整可能であるから、装置載置台上に新たに機器を搭載するとか、あるいは、装置載置台上の一部の機器を省略するといった仕様変更に対しても容易に対処でき、極めて実用的である。

【0027】請求項2に係る発明の制振システムによれば、装置載置台上の機器から加えられる高振動数域の振動を吸収するための質量 M_1 およびそれを駆動変位する構成のいずれをも実際的に付加せずに済み、装置載置台を大型化すること無く、装置載置台上の機器から加えられる機械加振力に起因する装置載置台の振動を良好に防

止できるようになった。

【0028】また、制御量の変更調整可能であるから、装置載置台上に新たに機器を搭載するとか、あるいは、装置載置台上の一部の機器を省略するといった仕様変更に対しても容易に対処でき、極めて実用的である。

【図面の簡単な説明】

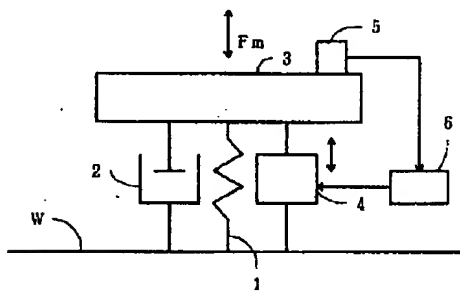
【図1】本発明の制振システムの全体概念図である。

【図2】ブロック図である。

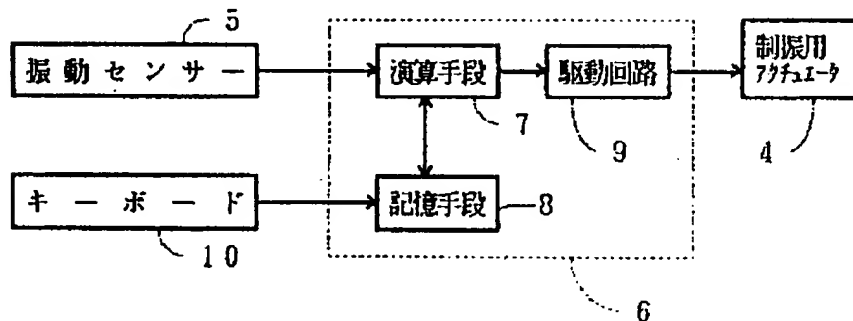
【符号の説明】

- 10 1…支持バネとしての空気バネ
2…粘性ダンパー
3…装置載置台
4…制振用アクチュエータ
5…振動センサー
6…制御装置
7…演算手段
9…駆動回路
10…キーボード
W…床

【図1】



【図2】



PAT-NO: JP405248489A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05248489 A
TITLE: VIBRATION CONTROL SYSTEM
PUBN-DATE: September 24, 1993

INVENTOR-INFORMATION:
NAME

TAKAHASHI, YOSHINORI
YOSHIOKA, HIROKAZU

INT-CL (IPC): F16F015/02, G05D019/02

US-CL-CURRENT: 188/378

ABSTRACT:

PURPOSE: To favorably prevent the occurrence of high vibration owing to an earthquake, microvibration owing to walking, and vibration of a device placing bed owing to vibration exerted by a device on a device placing device without increasing the size of the device placing bed.

CONSTITUTION: A device placing bed 3 is held to a floor W through an air spring 1 and a viscous damper (2) and an actuator (4) for damping to erase vibration of the device placing bed by exerting a control force on the device placing bed 3 is arranged between the device placing bed 3 and the floor W. A first vibration sensor (5) is arranged to the device placing bed 3. Further, a computing means which calculates a control force outputted by the actuator 4 for damping based on information from the first vibration sensor 5 in a way that a control amount equivalent to a mass added to absorb vibration of a high frequency area exerted on a device on the device placing

bed 3 is variably and
regulatably added, and a drive circuit which outputs a
drive force responding
to a control force calculated by the computing means to the
actuator 4 for
damping are provided.

COPYRIGHT: (C)1993, JPO&Japio

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (2):

CONSTITUTION: A device placing bed 3 is held to a floor
W through an air
spring 1 and a viscous damper 2 and an actuator 4 for
damping to erase
vibration of the device placing bed by exerting a control
force on the device
placing bed 3 is arranged between the device placing bed 3
and the floor W. A
first vibration sensor 5 is arranged to the device placing
bed 3. Further, a
computing means which calculates a control force outputted
by the actuator 4
for damping based on information from the first vibration
sensor 5 in a way
that a control amount equivalent to a mass added to absorb
vibration of a high
frequency area exerted on a device on the device placing
bed 3 is variably and
regulatably added, and a drive circuit which outputs a
drive force responding
to a control force calculated by the computing means to the
actuator 4 for
damping are provided.

Title of Patent Publication - TTL (1):

VIBRATION CONTROL SYSTEM